



PATENT  
04092-P0001A WWW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant	Gunther Lukas
Serial No. 10/705,628	Filing Date: November 10, 2003
Title of Application:	System and Method for Measuring a Horizontal Deviation of a Load Receiving Element
Confirmation No. 4801	Art Unit: 2856

Commissioner for Patents  
Post Office Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**Submission of Priority Document**

Dear Sir:

Applicant hereby submits a certified copy of the priority document,  
German Application No. 101 22 142.8, to perfect Applicant's claim of priority.

Respectfully submitted,

Wesley W. Whitmyer, Jr., Registration No. 33,558  
Attorney for Applicant  
ST. ONGE STEWARD JOHNSTON & REENS LLC  
986 Bedford Street  
Stamford, CT 06905-5619  
203 324-6155

**Mailing Certificate:** I hereby certify that this correspondence is today being deposited with the U.S. Postal Service as *First Class Mail* in an envelope addressed to:  
Commissioner for Patents and Trademarks, Post Office Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

April 13, 2004

  
Susan K. Dammeh

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 22 142.8

**Anmeldetag:** 08. Mai 2001

**Anmelder/Inhaber:** Krusche Lagertechnik AG, Erding/DE

**Bezeichnung:** System und Verfahren zur Messung einer horizontalen Auslenkung eines Lastaufnahmemittels

**IPC:** B 66 C 13/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 18. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Stark'.

**Stark**

Krusche Lagertechnik AG

5

## System und Verfahren zur Messung einer horizontalen Auslenkung eines Lastaufnahmemittels

10 Die vorliegende Erfindung richtet sich auf ein System zur Messung einer horizontalen Auslenkung eines Lastaufnahmemittels in Relation zu einer Position einer Krankatze, wobei das Lastaufnahmemittel an einer Vielzahl von Tragseilen an der Krankatze hängend angeordnet ist, sowie auf ein Verfahren zum Messen einer horizontalen Auslenkung eines Lastaufnahmemittels in Relation zu einer Position einer Krankatze, wobei das Lastaufnahmemittel an einer Vielzahl von Tragseilen an der Krankatze hängend angeordnet ist.

15

Während des Transports von Lasten mit einem Brücken- oder Portalkran, Schiffsentlader, Containerbrücken sowie Coil- und Stahllagerkrane werden Lasten regelmäßig von einem Standort A mit einer Niveauhöhe  $h_0$  auf eine Transportniveauhöhe  $h_1$  gehoben, um dann

20 auf einen bestimmten, zumeist zeitoptimierten Weg zu einen Zielort B transportiert zu werden, der auf einem Niveau  $h_2$  liegt.

Bei allen vorgenannten Transportmitteln befindet sich eine sogenannte Krankatze auf einer Traverse, an der durch Trageseile verbunden, Lastaufnahmemitteln, wie beispielsweise Greifvorrichtungen zur Aufnahme der Lasten, beispielsweise Container, Paletten o.ä. angeordnet sind.

25

Nach Aufnahme der Last am Ort A findet regelmäßig eine Horizontalbewegung der Krankatze statt, wobei, durch die Trägheit bedingt, die an den Seilen hängenden Lasten gegenüber der Krankatze zeitverzögert beschleunigt bzw. verzögert werden. Diese Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsvorgänge führen zu einer horizontalen Auslenkung des Lastaufnahmemittels in Relation zu der Position der Krankatze. Während des Transports der an den Tragseilen hängenden Lasten, tritt diese Auslenkung regelmäßig auf, mit der Konse-

30

quenz, daß bei einer gleichförmigen Bewegung der Krankatze ein unerwünschtes Pendeln der an den Tragseilen befestigten Lasten eingeleitet wird.

Es gehört daher zu den ständigen Aufgaben eines Kranführers, diesen Pendelbewegungen entgegenzuwirken. Ein geübter und aufmerksamer Kranfahrer erreicht dies durch gekanntes Gegensteuern während der Transportbewegung. Ist der Bediener jedoch ungeübt oder unaufmerksam, so können sich die Transportvorgänge und Umschlagszeiten wesentlich verlängern. Ungünstigstenfalls wächst die Gefahr von Kollisionen und Unfällen.

- 10 Es sind Pendeldämpfungsrichtungen der Firma CePLuS GmbH in Magdeburg bekannt, die zur Messung der horizontalen Auslenkung des Lastaufnahmemittels Hochleistungskameras mit Mikroprozessoren verwenden. Diese Hochleistungskameras werden an einer Krankatze montiert und messen die Lastbewegungen, um während des Fahrens die Geschwindigkeit der Krankatze so anzupassen, damit keine unerwünschten Schwingungen der
- 15 Lasten auftreten.

- Zur Messung der Auslenkung des Lastaufnahmemittels werden auf dem Lastaufnahmemittel Reflektoren befestigt. Die auf der Krankatze montierte Kamera ist nach unten, d.h. in Richtung auf das Lastaufnahmemittel gerichtet und ermittelt die Position des Reflektors
- 20 relativ zur Krankatze. Aus diesen Positionsdaten des Reflektors wird die Auslenkung des Lastaufnahmemittels berechnet.

- Als nachteilig hat sich bei dem System CeSAR der Firma CePLuS erwiesen, daß die Zeitintervalle für die Bestimmung der Auslenkung zu groß für eine zeitnahe, dynamische Regelung sind, sowie weiterhin, die Auflösung hinsichtlich der Meßgenauigkeit des Kamerameßsystems ebenfalls den Ansprüchen einer zeitnahen, dynamischen Regelung nicht genügt.
- 25 Neben diesen nachteiligen Systemdaten hat sich die Baugröße des Pendeldämpfsystems CeSAR ebenfalls als nachteilig erwiesen, da die Reflektoren, die auf dem Lastaufnahmemittel angebracht werden müssen, ungünstige Abmessungen aufweisen. Ein weiterer Nachteil
- 30 des Systems CeSAR ist der eingeschränkte Sichtfeldbereich, wenn zumindest eine gewisse Meßgenauigkeit erzielt werden soll, da die Meßgenauigkeit des Kameraobjektivs mit dem Sichtfeldwinkel korreliert. Ein großer Sichtfeldwinkel bedingt daher ein sog. Weitwinkelobjektiv, worunter jedoch die Bildauflösung und so schließlich die Meßgenauigkeit leidet. Ein

weiterer Nachteil des System CeSAR ist die Wartungsfrequenz der optischen Einrichtungen. Denn beim Einsatz in herkömmlichen Lagerumgebungen, ist eine gewisse Verschmutzung der Regale, des Transportguts und somit der Transportmittel regelmäßig zu erwarten, mit der Folge, daß auch die optischen Einrichtungen, beispielsweise das Kameraobjektiv häufig gereinigt werden müssen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein System und ein Verfahren bereitzustellen, welches die Nachteile des Standes der Technik überwindet.

- 10 Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes System mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 8 bzw. 9 gelöst.

Bei einem erfindungsgemäßen System zur Messung einer horizontalen Auslenkung eines Lastaufnahmemittels in Relation zu einer Position einer Krankatze, wobei das Lastaufnahmemittel an einer Vielzahl von Trageseilen an der Krankatze hängend angeordnet ist, sind mindestens zwei Seillängegeber vorgesehen, die mit einem Datenverarbeitungsmittel, vorzugsweise einem Prozessor operativ verbunden sind, wobei die Seile der mindestens zwei Seillängegeber so zwischen Krankatze und Lastaufnahmemittel angeordnet sind, daß eine mit dem Datenverarbeitungsmittel verbundene Recheneinheit die horizontale Auslenkung des Lastaufnahmemittels in Relation zur Position der Krankatze über die Länge der jeweiligen Seile der Seillängegeber bestimmt.

Besonders vorteilhaft sind die geringen Abmessungen der Seillängegeber und deren Verankerungspunkte, die hohe Messgenauigkeit und Abtastrate sowie die hohe Wartungsfreundlichkeit des erfindungsgemäßen Systems.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Messen einer horizontalen Auslenkung eines Lastaufnahmemittels in Relation zu einer Position einer Krankatze, wobei das Lastaufnahmemittel an einer Vielzahl von Trageseilen an der Krankatze hängend angeordnet ist, weist folgende Schritte auf:

- Messen einer ersten Diagonalstrecke zwischen einem hinteren Bereich der Krankatze und einem vorderen Bereich des Lastaufnahmemittels und gleichzei-

tiges Messen einer zweiten Diagonalstrecke zwischen einem vorderen Bereich der Krankatze und einem hinteren Bereich des Lastaufnahmemittels;

- Übermitteln der beiden Meßwerte an ein elektronisches Datenverarbeitungsmittel;
- 5     - Einsetzen der beiden Meßwerte in einen vorbestimmten Algorithmus, der in einer mit dem elektronischen Datenverarbeitungsmittel verbundenen Recheneinheit hinterlegt ist;
- Ermitteln eines Ausgangswertes, der der horizontalen Auslenkung des Lastaufnahmemittels gegenüber der Krankatze entspricht.

10

Das erfindungsgemäße System basiert auf der Erkenntnis, daß bei der Verwendung von mindestens zwei Seillängengeber, die jeweils an der Krankatze und/oder jeweils an dem Lastaufnahmemittel angeordnet sind, die horizontale Auslenkung des Lastaufnahmemittels bei mindestens einem der Seillängengeber eine Verkürzung der Seillänge bewirkt, während diese horizontale Auslenkung bei dem mindestens einen anderen Seillängengeber eine Verlängerung der Seillänge bewirkt. Hierzu sind die mindestens beiden Seillängengeber vorteilhafterweise so an der Krankatze bzw. an dem Lastaufnahmemittel angeordnet, daß sich die beiden Seile der mindestens beiden Seillängengeber überkreuzen.

- 20     Eine derartige Überkreuzung der mindestens beiden Seile wird dadurch erreicht, daß einer der mindestens zwei Seillängengeber in einem vorderen Bereich der Krankatze oder des Lastaufnahmemittels angeordnet ist, während der andere der mindestens zwei Seillängengeber in einem hinteren Bereich des Lastaufnahmemittels oder der Krankatze angeordnet ist und der Verankerungspunkt der jeweiligen Seile in diagonalen Weise von dem jeweiligen vorderen Bereich in den jeweiligen hinteren Bereich und von der Krankatze zu dem Lastaufnahmemittel gespannt wird. Bei dieser Art der Verspannung ist es unerheblich, ob die Seillängengeber auf der selben Seite der Krankatze oder des Lastaufnahmemittels angeordnet ist, solange eine zumindest räumliche Überkreuzung gewährleistet werden kann.

- 30     Durch diese erfindungsgemäße Verspannung der mindestens beiden Seile und die Seillängenmessung der Seillängengeber wird durch Anwendung einfacher trigonometrischer Beziehungen, die in einem Algorithmus in einer Recheneinheit hinterlegt sind, die horizontale Auslenkung des Lastaufnahmemittels exakt bestimmt. Da für weitere Berechnungen des

Bewegungssystems Krankatze/Lastaufnahmemittel vorzugsweise der Auslenkwinkel erforderlich ist, wird durch einen zweiten mathematischen Schritt, ebenfalls unter Verwendung einfacher trigonometrischer Beziehungen, der Auslenkwinkel, der zwischen der Vertikalen und den Tragseilen aufgespannt wird, ermittelt. Der Auslenkwinkel kann sodann eine Eingangsgroße für die nachfolgenden Berechnungen des Bewegungssystems Krankatze/Lastaufnahmemittel bilden.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, wenn die beiden Seillängengeber so angeordnet werden, daß ein maximal möglicher Abstand zwischen beiden Seillängengebern besteht. Denn durch eine solche maximale Beabstandung wird erzielt, daß die Längendifferenz der beiden Seile möglichst groß, und somit die Genauigkeit des Messergebnisses erhöht wird.

Bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems werden die beiden Seile nicht überkreuzt geführt, sondern bilden ein räumliches „V“, wobei die Verankerungspunkte der jeweiligen Seile vorteilhafterweise im Scheitelpunkt dieses räumlichen „V“ angeordnet ist. Zur Berechnung der horizontalen Auslenkung werden in gleicher Weise einfache trigonometrische Berechnungen angestellt.

Neben den Eingangs erwähnten Einsatzgebieten des Standes der Technik ist ein Einsatz des erfindungsgemäßen Systems in der Hochregeltechnik besonders vorteilhaft.

Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand nachfolgender Figuren näher erläutert:

- 25    Figur 1            zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems;  
       Figur 2            zeigt das erfindungsgemäße System der Figur 1 in Bewegung.

In Figur 1 wird ein erfindungsgemäßes System gezeigt, bestehend aus einer Krankatze 1, die über einen Motor M zum Transport auf der Schiene 11 angetrieben wird. Die Energiezufuhr des Motors M ist nicht dargestellt. Die Steuerung des Motors M wird über eine Steuerungseinheit S vorgenommen, die operativ mit dem Motor M verbunden ist, jedoch nicht zwingendermaßen an der Krankatze angeordnet sein muß. In die Steuerungseinheit integriert oder zumindest damit verbunden ist ein Datenverarbeitungsmittel, vorzugsweise

ein Prozessor mit einer Recheneinheit, in dem entsprechende mathematische Algorithmen hinterlegt sind. In der in Figur 1 dargestellten bevorzugten Ausführungsform sind an der Krankatze 1 zwei Seillängengeber 3, 4 angeordnet, deren Seile 8, 9 diagonal nach unten in Richtung auf das Lastaufnahmemittel 2 hingespant und dort in einem Verankerungspunkt 5 bzw. 6 befestigt sind. Die Länge der Seile 8 und 9 ist in der Ruheposition der Figur 1 im wesentlichen gleich, da, aufgrund der Schwerkraft, das Lastaufnahmemittel 2 lotrecht unterhalb der Krankatze an den Tragseilen 10a und 10b, sowie an den nicht dargestellten Tragseilen 10c und 10d hängt. Die Länge der Tragseile 10a bis 10d wird ebenfalls über den Motor M gesteuert oder über einen gesonderten Antrieb.

10

Zur Messung der Seillängen werden beispielsweise Seillängengeber der Firma TR Electronic GmbH verwendet, die über einen Absolut- oder Inkremental-Encoder verfügen.

15

Erreicht die Krankatze einen bestimmten Geschwindigkeits- oder Beschleunigungswert, werden die Tragseile 10a bis 10d entgegen der Bewegungsrichtung aufgrund der Trägheit um einen bestimmten Wert  $A$  ausgelenkt, der einem bestimmten Winkel  $\alpha$  entspricht. In Figur 2 ist die Bewegungslage des erfindungsgemäßen Systems in einem bestimmten Zeitpunkt dargestellt, in dem die Krankatze eine Geschwindigkeit  $v$  erreicht hat. Als Folge der horizontalen Auslenkung des Lastaufnahmemittels 2 um den Betrag  $A$  bzw. den Winkel  $\alpha$  tritt eine Längenveränderung der Seile 8 und 9 der Seillängengeber 3 und 4 auf. Diese Änderung der Seillängen wird von den Seillängengebern 3 und 4 gemessen und an die in dem elektronischen Datenverarbeitungsmittel S vorgesehenen Recheneinheit übermittelt. Nach dem Abarbeiten von mathematischen Algorithmen gibt die Recheneinheit die Auslenkung  $A$  als Strecke der absoluten Auslenkung, oder wahlweise den Winkel  $\alpha$  als Ausgangswert an. Dieser Wert wird sodann in das Steuersystem zur Steuerung des Motors M eingegeben und dort entsprechend, beispielsweise zur Pendelunterdrückung des Lastaufnahmemittels weiter verarbeitet.

25



## Patentansprüche

1. System zur Messung einer horizontalen Auslenkung (A) eines Lastaufnahmemittels (2) in Relation zu einer Position einer Krankatze (1), wobei das Lastaufnahmemittel (2) an einer Vielzahl von Tragseilen (10a, 10b, 10c, 10d) an der Krankatze (1) hängend angeordnet ist, bestehend aus mindestens zwei Seillängengebern (3, 4), die mit einem elektronischen Datenverarbeitungsmittel (S) operativ verbunden sind, und die Seile (8, 9) der mindestens zwei Seillängengeber (3, 4) so zwischen Krankatze (1) und Lastaufnahmemittel (2) angeordnet sind, daß eine mit dem elektronischen Datenverarbeitungsmittel (S) verbundene Recheneinheit die horizontale Auslenkung (A) des Lastaufnahmemittels (2) in Relation zur Position der Krankatze (1) über die Länge der jeweiligen Seile (8, 9) der Seillängengeber (3, 4) bestimmt.
2. System nach Anspruch 1, wobei die Seile (8, 9) der mindestens zwei Seillängengebern (3, 4) so angeordnet sind, daß sich die Länge des Seils (8) des ersten Seillängengebers (3) aufgrund einer horizontalen Auslenkung des Lastaufnahmemittels gegenüber dem Zustand ohne horizontaler Ausrichtung verkürzt, während sich gleichzeitig die Länge des Seils (9) des zweiten Seillängengebers (4) verlängert.
3. System nach Anspruch 2, wobei die mindestens zwei Seillängengeber (3, 4) so angeordnet sind, daß sich deren Seile (8, 9) überkreuzen.
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zumindest einer der Seillängengeber (3, 4) an der Krankatze angeordnet ist.
5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zumindest einer der Seillängengeber (3, 4) an dem Lastaufnahmemittel angeordnet ist.

6. System nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Seillängengeber (3, 4) nicht auf der selben Seite der Krankkatze (1) oder des Lastaufnahmemittels (2) angeordnet sind.

- 5 7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei einer der mindestens zwei Seillängengeber (3) in einem vorderen Bereich der Krankkatze (1) angeordnet ist und sich dessen Seil (8) im wesentlichen diagonal bis in einen Verankerungspunkt (5) in einen hinteren Bereich des Lastaufnahmemittels (2) erstreckt während der andere der mindestens zwei Seillängengeber (4) in einem hinteren Bereich der Krankkatze (1) angeordnet ist und sich dessen Seil (9) im wesentlichen diagonal bis in einen Verankerungspunkt (6) in einem vorderen Bereich des Lastaufnahmemittels (2) erstreckt.

- 15 8. Verfahren zum Messen einer horizontalen Auslenkung (A) eines Lastaufnahmemittels (2) in Relation zu einer Position einer Krankkatze (1), wobei das Lastaufnahmemittel (2) an einer Vielzahl von Tragseilen (10a, 10b, 10c, 10d) an der Krankkatze (1) hängend angeordnet ist, insbesondere unter Verwendung eines System nach einem der vorherigen Ansprüche, bestehend aus den Schritten:

- 20 - Messen einer ersten Diagonalstrecke zwischen einem hinteren Bereich der Krankkatze (1) und einem vorderen Bereich des Lastaufnahmemittels (2) und gleichzeitiges Messen einer zweiten Diagonalstrecke zwischen einem vorderen Bereich der Krankkatze (1) und einem hinteren Bereich des Lastaufnahmemittels;
- 25 - Übermitteln der beiden Meßwerte an ein elektronisches Datenverarbeitungsmittel;
- Einsetzen der beiden Meßwerte in einen vorbestimmten Algorithmus, der in einer mit dem elektronischen Datenverarbeitungsmittel verbundenen Recheneinheit hinterlegt ist;
- Ermitteln eines Ausgangswertes, der der horizontalen Auslenkung (A) des Lastaufnahmemittels (2) gegenüber der Krankkatze (1) entspricht.

- 30 9. Verfahren zum Messen einer horizontalen Auslenkung (A) eines Lastaufnahmemittels (2) in Relation zu einer Position einer Krankkatze (1), wobei das Lastaufnahmemittel (2) an einer Vielzahl von Tragseilen (10a, 10b, 10c, 10d) an

der Krankatze (1) hängend angeordnet ist, insbesondere unter Verwendung eines System nach einem der vorherigen Ansprüche, bestehend aus den Schritten:

- Messen einer ersten Strecke zwischen einem hinteren Bereich der Krankatze (1) und einem Zentralbereich des Lastaufnahmemittels (2) und gleichzeitiges Messen einer zweiten Strecke zwischen einem vorderen Bereich der Krankatze (1) und dem Zentralbereich des Lastaufnahmemittels;
- Übermitteln der beiden Meßwerte an ein elektronisches Datenverarbeitungsmittel;
- Einsetzen der beiden Meßwerte in einen vorbestimmten Algorithmus, der in einer mit dem elektronischen Datenverarbeitungsmittel verbundenen Recheneinheit hinterlegt ist;
- Ermitteln eines Ausgangswertes, der der horizontalen Auslenkung (A) des Lastaufnahmemittels (2) gegenüber der Krankatze (1) entspricht.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Ausgangswert ein Winkelwert ( $\alpha$ ) ist.

11. Verwendung von mindestens zwei Seillängengebern, insbesondere nach einem Verfahren der Ansprüche 8 oder 9, zur Messung einer horizontalen Auslenkung (A) eines Lastaufnahmemittels (2) in Relation zu einer Position einer Krankatze (1), wobei das Lastaufnahmemittel (2) an einer Vielzahl von Tragseilen (10a, 10b, 10c, 10d) an der Krankatze (1) hängend angeordnet ist, bestehend aus mindestens zwei Seillängengebern (3, 4), die mit einem elektronischen Datenverarbeitungsmittel (S) operativ verbunden sind, und die Seile (8, 9) der mindestens zwei Seillängengeber (3, 4) so zwischen Krankatze (1) und Lastaufnahmemittel (2) angeordnet sind, daß eine mit dem elektronischen Datenverarbeitungsmittel (S) verbundene Recheneinheit die horizontale Auslenkung (A) des Lastaufnahmemittels (2) in Relation zur Position der Krankatze (1) über die Länge der jeweiligen Seile (8, 9) der Seillängengeber (3, 4) bestimmt.

1/2

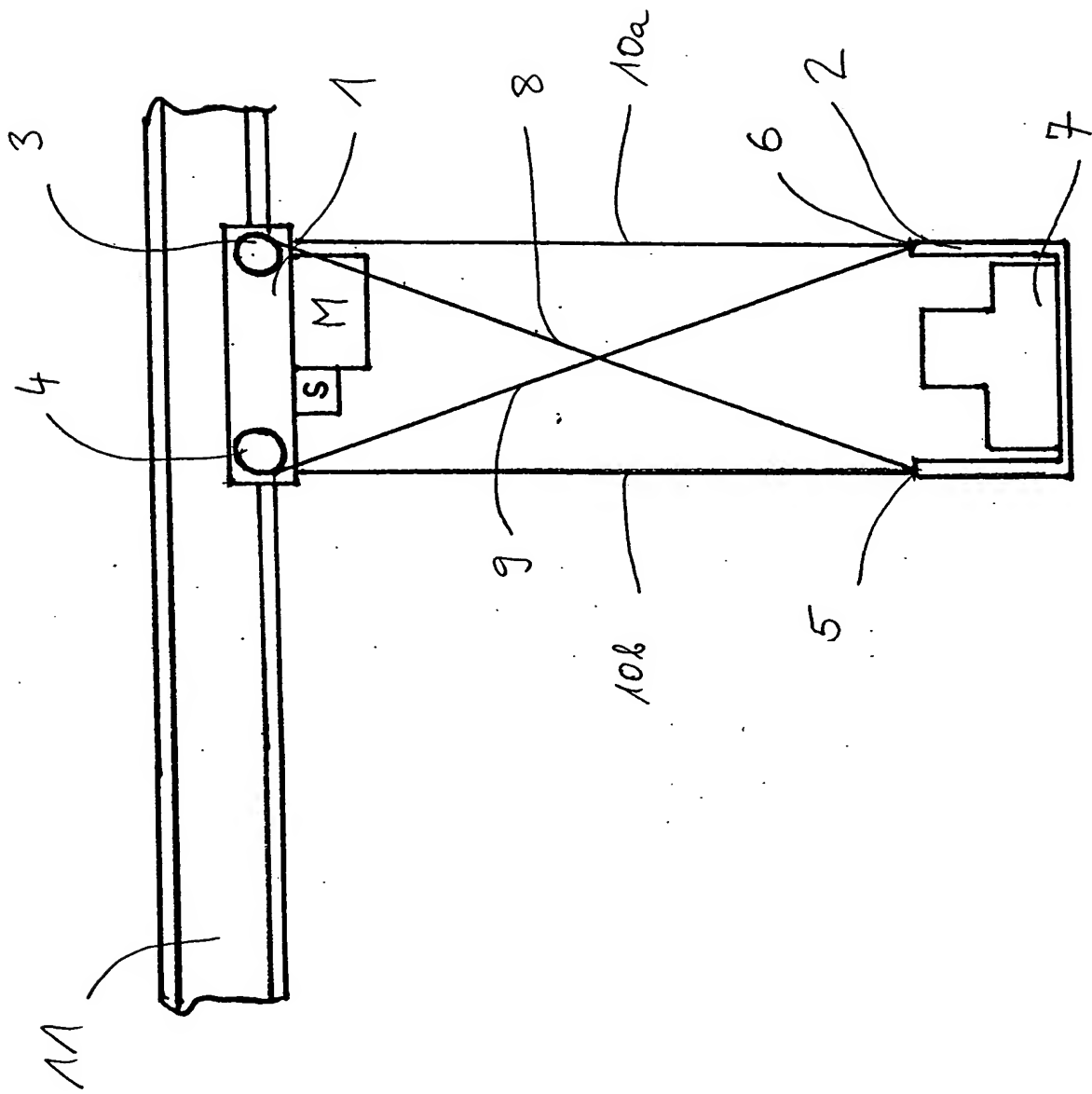


Fig. 1

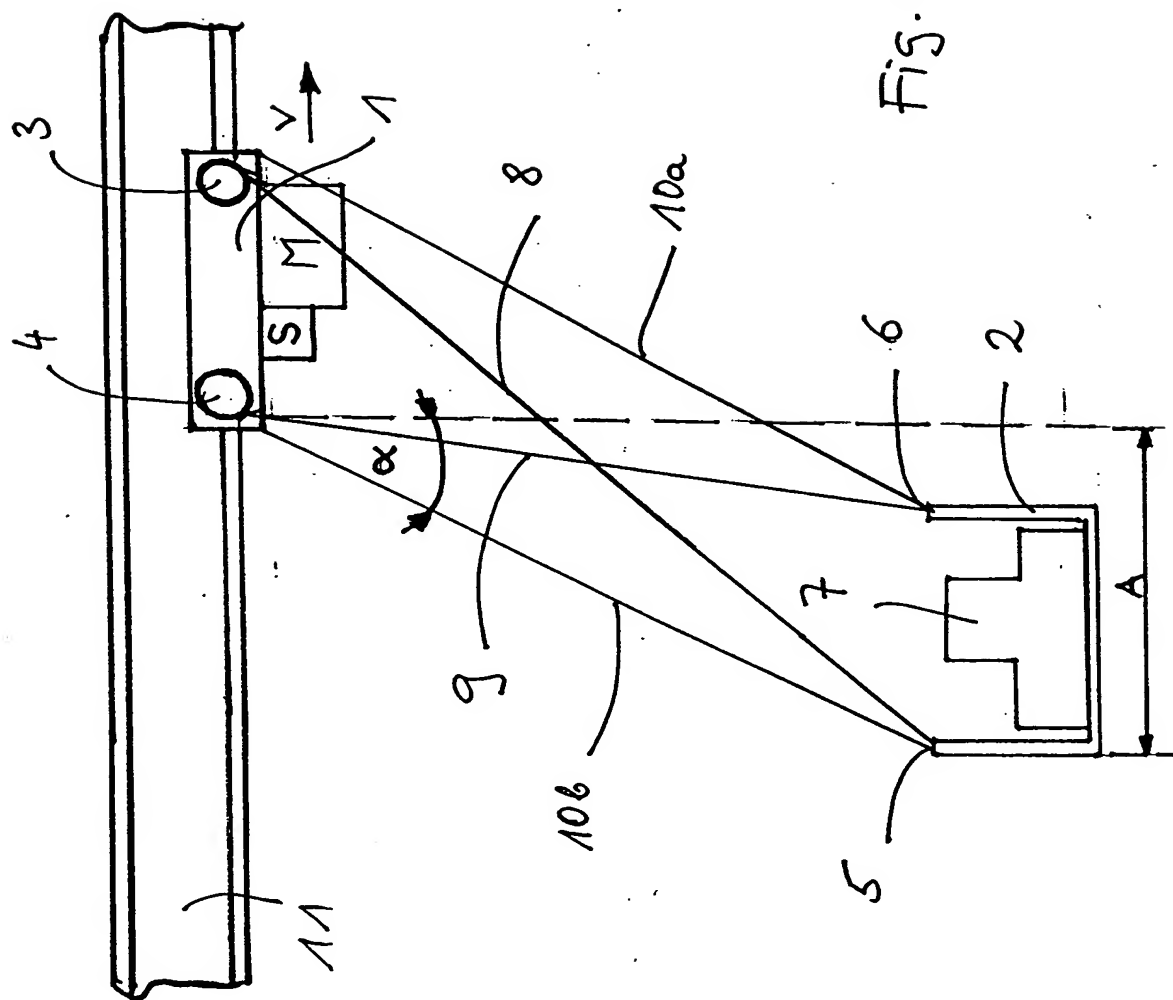


Fig. 2